

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-313594

(43)公開日 平成11年(1999)11月16日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

A 0 1 M 7/00

A 0 1 M 7/00

Z

A 0 1 C 21/00

A 0 1 C 21/00

Z

A 0 1 G 7/00

6 0 3

A 0 1 G 7/00

6 0 3

G 0 6 F 17/60

G 0 6 F 15/21

Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 15 頁)

(21)出願番号

特願平10-120852

(22)出願日

平成10年(1998)4月30日

(71)出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72)発明者 村瀬 治比古

大阪府堺市学園町1番1号

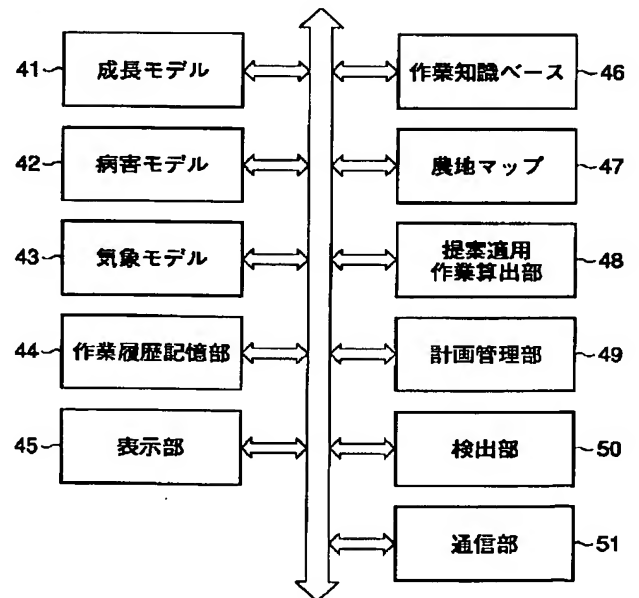
(74)代理人 弁理士 稲本 義雄

(54)【発明の名称】 農作業決定支援装置および方法、並びに記録媒体

(57)【要約】

【課題】 農作業従事者に、圃場毎に適切な農薬散布作業と施肥作業の時期、その内容の決定を支援する。

【解決手段】 気象モデル43は、農地毎の気象を予測し、成長モデル41は、農地毎の作物の成長を予測し、農地マップ47は、農地毎の土壌の状態を検出し、作業履歴記憶部44は、農地毎の農薬散布作業と施肥作業の履歴を記憶する。提案適用作業算出部48は、気象モデル43からの気象の情報、成長モデル41からの作物成長の予測を示す情報、農地マップ47からの土壌状態を示す情報、および作業履歴記憶44に記憶された農地毎の農薬散布作業と施肥作業の履歴から、現時点で、収穫が最大になる農薬散布作業計画と施肥作業計画の案を算出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 農作業の決定を支援する農作業決定支援装置において、

農地毎の気象を予測する農地気象予測手段と、

前記農地毎の作物の成長を予測する作物成長予測手段と、

前記農地毎の土壌の状態を検出する土壌状態検出手段と、

前記農地毎の農薬散布作業および除草作業の履歴を記憶する農作業履歴記憶手段と、

前記農地気象予測手段からの気象の予測を示す情報、前記作物成長予測手段からの作物成長の予測を示す情報、

前記土壌状態検出手段からの土壌状態を示す情報、並びに前記農作業履歴記憶手段に記憶された農薬散布作業および除草作業の履歴から、作物の収穫量が最大になる農薬散布計画の案を算出する農薬散布案算出手段とを備えることを特徴とする農作業決定支援装置。

【請求項 2】 前記農地毎の前記作物の病理と病害の発生と拡散を予測する病理病害予測手段をさらに有することを特徴とする請求項 1 に記載の農作業決定支援装置。

【請求項 3】 農作業の決定を支援する農作業決定支援装置の農作業決定支援方法において、

農地毎の気象を予測する農地気象予測ステップと、

前記農地毎の作物の成長を予測する作物成長予測ステップと、

前記農地毎の土壌の状態を検出する土壌状態検出ステップと、

前記農地毎の農薬散布作業および除草作業の履歴を記憶する農作業履歴記憶ステップと、

前記農地気象予測ステップからの気象の予測を示す情報、前記作物成長予測ステップからの作物成長の予測を示す情報、前記土壌状態検出ステップからの土壌状態を示す情報、並びに前記農作業履歴記憶ステップに記憶された農薬散布作業および除草作業の履歴から、作物の収穫量が最大になる農薬散布計画の案を算出する農薬散布案算出ステップとを含むことを特徴とする農作業決定支援方法。

【請求項 4】 農作業の決定を支援する農作業決定支援装置に、

農地毎の気象を予測する農地気象予測ステップと、

前記農地毎の作物の成長を予測する作物成長予測ステップと、

前記農地毎の土壌の状態を検出する土壌状態検出ステップと、

前記農地毎の農薬散布作業および除草作業の履歴を記憶する農作業履歴記憶ステップと、

前記農地気象予測ステップからの気象の予測を示す情報、前記作物成長予測ステップからの作物成長の予測を示す情報、前記土壌状態検出ステップからの土壌状態を示す情報、並びに前記農作業履歴記憶ステップに記憶さ

れた農薬散布作業および除草作業の履歴から、作物の収穫量が最大になる農薬散布計画の案を算出する農薬散布案算出ステップとを含む処理を実行させるコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されていることを特徴とする記録媒体。

【請求項 5】 農作業の決定を支援する農作業決定支援装置において、

農地毎の気象を予測する農地気象予測手段と、

前記農地毎の作物の成長を予測する作物成長予測手段と、

前記農地毎の土壌の状態を検出する土壌状態検出手段と、

前記農地毎の施肥の履歴を記憶する農作業履歴記憶手段と、

前記農地気象予測手段からの気象の予測を示す情報、前記作物成長予測手段からの作物成長の予測を示す情報、

前記土壌状態検出手段からの土壌状態を示す情報、および前記農作業履歴記憶手段に記憶された施肥作業の履歴から、作物の収穫量が最大になる施肥計画の案を算出する施肥計画案算出手段とを備えることを特徴とする農作業決定支援装置。

【請求項 6】 前記農地毎の前記作物の病理と病害の発生と拡散を予測する病理病害予測手段をさらに有することを特徴とする請求項 5 に記載の農作業決定支援装置。

【請求項 7】 農作業の決定を支援する農作業決定支援装置の農作業決定支援方法において、

農地毎の気象を予測する農地気象予測ステップと、

前記農地毎の作物の成長を予測する作物成長予測ステップと、

前記農地毎の土壌の状態を検出する土壌状態検出ステップと、

前記農地毎の施肥の履歴を記憶する農作業履歴記憶ステップと、

前記農地気象予測ステップからの気象の予測を示す情報、前記作物成長予測ステップからの作物成長の予測を示す情報、前記土壌状態検出ステップからの土壌状態を示す情報、および前記農作業履歴記憶ステップに記憶された施肥作業の履歴から、作物の収穫量が最大になる施肥計画の案を算出する施肥計画案算出ステップとを含むことを特徴とする農作業決定支援方法。

【請求項 8】 農作業の決定を支援する農作業決定支援装置に、

農地毎の気象を予測する農地気象予測ステップと、

前記農地毎の作物の成長を予測する作物成長予測ステップと、

前記農地毎の土壌の状態を検出する土壌状態検出ステップと、

前記農地毎の施肥の履歴を記憶する農作業履歴記憶ステップと、

前記農地気象予測ステップからの気象の予測を示す情

報、前記作物成長予測ステップからの作物成長の予測を示す情報、前記土壌状態検出ステップからの土壌状態を示す情報、および前記農作業履歴記憶ステップに記憶された施肥作業の履歴から、作物の収穫量が最大になる施肥計画の案を算出する施肥計画案算出ステップとを含む処理を実行させるコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されていることを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、農作業決定支援装置および方法、並びに記録媒体に関し、特に、農地毎の気象、農地毎の作物の状態、農地毎の作業履歴、および農地毎の土壌の状態から施肥計画の案、または農薬散布計画の案を算出するようにした、農作業決定支援装置および方法、並びに記録媒体。

【0002】

【従来の技術】農業の作物の栽培において、農作業従事者は、栽培暦を用いて農作業の内容と時期を決定するのが一般的である。栽培暦とは、過去の作物の成長と栽培地方の気候などに基づいて、時期または作物の成長段階に対する作業内容を一般化して示したものである。個々の農地の特性や品種の特性に対する調整は、農作業従事者が経験に基づいて、作業時期、農薬および肥料の量等を調整することで行われる。

【0003】例えば、施肥は、土壌に含まれる有機物、窒素、燐酸、カリウムなど、作物の育成に必要な成分を補充するのが目的である。当然、農地により、土壌成分は異なる為、適切な施肥量は、農地毎に異なる。また、同じ作物であっても、その品種により必要とする土壌の成分は、異なる。更に、同じ品種の作物であっても、栽培時期の積算温度や日射量により、作物の生育量は変化し、このとき必要とされる土壌成分は異なる。同一の地域内であっても、農地の周辺環境や土壌の基本的性質、水脈などにより、農地の積算温度や日射量は変化する。従って、農作業従事者は、これらを経験を通して把握し、栽培暦を基準に農作業の時期、肥料の量、農薬の量などを調整する。

【0004】また、病気や病害虫に対する防除作業は、予め決めた時期に、発生防止を主目的に実行されるのが通常である。広域で深刻な病気や病害虫が発生した場合には、農業協同組合、農業改良普及所、農業共済組合などの地域の農作業指導団体が、主導し、農作業従事者または、これらの団体が対応する。このとき、対応する地全体域に対して最適な処置が提案され、個々の農地毎に最適な処置が提案されるとは限らない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来の施肥、および防除作業は、農作業従事者の経験に依存し、個々の農地毎の施肥、および防除の実行時期、並びに農薬散布量、および施肥量が、常に適切とは限らないとい

う課題があった。

【0006】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、農作業従事者の経験量に拘わらず、農地毎に常に適切な施肥時期、および施肥量の計画、並びに農薬散布作業の時期、および農薬散布量の計画の決定を支援することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の農作業決定支援装置は、農地毎の気象を予測する農地気象予測手段と、農地毎の作物の成長を予測する作物成長予測手段と、農地毎の土壌の状態を検出する土壌状態検出手段と、農地毎の農薬散布作業および除草作業の履歴を記憶する農作業履歴記憶手段と、農地気象予測手段からの気象の予測を示す情報、作物成長予測手段からの作物成長の予測を示す情報、土壌状態検出手段からの土壌状態を示す情報、並びに農作業履歴記憶手段に記憶された農薬散布作業および除草作業の履歴から、作物の収穫量が最大になる農薬散布計画の案を算出する農薬散布案算出手段とを備えることを特徴とする。

【0008】請求項3に記載の農作業決定支援方法は、農地毎の気象を予測する農地気象予測ステップと、農地毎の作物の成長を予測する作物成長予測ステップと、農地毎の土壌の状態を検出する土壌状態検出ステップと、農地毎の農薬散布作業および除草作業の履歴を記憶する農作業履歴記憶ステップと、農地気象予測ステップからの気象の予測を示す情報、作物成長予測ステップからの作物成長の予測を示す情報、土壌状態検出ステップからの土壌状態を示す情報、並びに農作業履歴記憶ステップに記憶された農薬散布作業および除草作業の履歴から、作物の収穫量が最大になる農薬散布計画の案を算出する農薬散布案算出ステップとを含むことを特徴とする。

【0009】請求項4に記載の記録媒体は、農地毎の気象を予測する農地気象予測ステップと、農地毎の作物の成長を予測する作物成長予測ステップと、農地毎の土壌の状態を検出する土壌状態検出ステップと、農地毎の農薬散布作業および除草作業の履歴を記憶する農作業履歴記憶ステップと、農地気象予測ステップからの気象の予測を示す情報、作物成長予測ステップからの作物成長の予測を示す情報、土壌状態検出ステップからの土壌状態を示す情報、並びに農作業履歴記憶ステップに記憶された農薬散布作業および除草作業の履歴から、作物の収穫量が最大になる農薬散布計画の案を算出する農薬散布案算出ステップとを含む処理を実行させるコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されていることを特徴とする。

【0010】請求項5に記載の農作業決定支援装置は、農地毎の気象を予測する農地気象予測手段と、農地毎の作物の成長を予測する作物成長予測手段と、農地毎の土壌の状態を検出する土壌状態検出手段と、農地毎の施肥の履歴を記憶する農作業履歴記憶手段と、農地気象予測

手段からの気象の予測を示す情報、作物成長予測手段からの作物成長の予測を示す情報、土壌状態検出手段からの土壌状態を示す情報、および農作業履歴記憶手段に記憶された施肥作業の履歴から、作物の収穫量が最大になる施肥計画の案を算出する施肥計画案算出手段とを備えることを特徴とする。

【0011】請求項7に記載の農作業決定支援方法は、農地毎の気象を予測する農地気象予測ステップと、農地毎の作物の成長を予測する作物成長予測ステップと、農地毎の土壌の状態を検出する土壌状態検出ステップと、農地毎の施肥の履歴を記憶する農作業履歴記憶ステップと、農地気象予測ステップからの気象の予測を示す情報、作物成長予測ステップからの作物成長の予測を示す情報、土壌状態検出ステップからの土壌状態を示す情報、および農作業履歴記憶ステップに記憶された施肥作業の履歴から、作物の収穫量が最大になる施肥計画の案を算出する施肥計画案算出ステップとを含むことを特徴とする。

【0012】請求項8に記載の記録媒体は、農地毎の気象を予測する農地気象予測ステップと、農地毎の作物の成長を予測する作物成長予測ステップと、農地毎の土壌の状態を検出する土壌状態検出ステップと、農地毎の施肥の履歴を記憶する農作業履歴記憶ステップと、農地気象予測ステップからの気象の予測を示す情報、作物成長予測ステップからの作物成長の予測を示す情報、土壌状態検出ステップからの土壌状態を示す情報、および農作業履歴記憶ステップに記憶された施肥作業の履歴から、作物の収穫量が最大になる施肥計画の案を算出する施肥計画案算出ステップとを含む処理を実行させるコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されていることを特徴とする。

【0013】請求項1に記載の農作業決定支援装置、請求項3に記載の農作業決定支援方法、および請求項4に記載の記録媒体においては、農地毎の気象を予測し、農地毎の作物の成長を予測し、農地毎の土壌の状態を検出し、農地毎の農薬散布作業の履歴を記憶して、これらの情報から農薬散布計画案を算出する。

【0014】請求項5に記載の農作業決定支援装置、請求項7に記載の農作業決定支援方法、および請求項8に記載の記録媒体においては、農地毎の気象を予測し、農地毎の作物の成長を予測し、農地毎の土壌の状態を検出し、農地毎の施肥作業の履歴を記憶して、これらの情報から施肥計画案を算出する。

【0015】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を説明するが、特許請求の範囲に記載の発明の各手段と以下の実施の形態との対応関係を明らかにするために、各手段の後の括弧内に、対応する実施の形態（但し一例）を付加して本発明の特徴を記述すると、次のようになる。但し勿論この記載は、各手段を記載したものに限定するこ

とを意味するものではない。

【0016】すなわち、請求項1に記載の農作業決定支援装置は、農地毎の気象を予測する農地気象予測手段（例えば、図3の気象モデル43）と、農地毎の作物の成長を予測する作物成長予測手段（例えば、図3の成長モデル41）と、農地毎の土壌の状態を検出する土壌状態検出手段（例えば、図3の農地マップ47）と、農地毎の農薬散布作業および除草作業の履歴を記憶する農作業履歴記憶手段（例えば、図3の作業履歴記憶部44）と、農地気象予測手段からの気象の予測を示す情報、作物成長予測手段からの作物成長の予測を示す情報、土壌状態検出手段からの土壌状態を示す情報、並びに農作業履歴記憶手段に記憶された農薬散布作業および除草作業の履歴から、作物の収穫量が最大になる農薬散布計画の案を算出する農薬散布案算出手段（例えば、図3の提案適用作業算出部48）とを備えることを特徴とする。

【0017】請求項5に記載の農作業決定支援装置は、農地毎の気象を予測する農地気象予測手段（例えば、図3の気象モデル43）と、農地毎の作物の成長を予測する作物成長予測手段（例えば、図3の成長モデル41）と、農地毎の土壌の状態を検出する土壌状態検出手段（例えば、図3の農地マップ47）と、農地毎の施肥の履歴を記憶する農作業履歴記憶手段（例えば、図3の作業履歴記憶部）と、農地気象予測手段からの気象の予測を示す情報、作物成長予測手段からの作物成長の予測を示す情報、土壌状態検出手段からの土壌状態を示す情報、および農作業履歴記憶手段に記憶された施肥作業の履歴から、作物の収穫量が最大になる施肥計画の案を算出する施肥計画案算出手段（例えば、図3の提案適用作業算出部48）とを備えることを特徴とする。

【0018】図1は、農業の構成要素と本発明の農作業決定支援システムの一実施の形態の構成を示す図である。農地1には、農作業従事者3によって、作物2が作付けされる。農作業従事者3は、農作業に必要な、または適切な農機具4（アタッチメントを取り付けたトラクタ、コンバイン、噴霧器などをいう。図1には、一例としてトラクタを示した）を利用して、農作業を実行する。農作業によっては、図1には示さぬが、ビニルハウス、育苗箱などの農業資材が利用される。また、作物や成分の異なる種々の肥料、各種の病気や害虫を処置する種々の農薬などの消費財も用いられる。農作業従事者3は、これらの農機具、農業資材、消費財への投資、農作業に必要な作業量に対して、農地1に作付けされた作物2の収穫量とその品質を最大とするように、農作業の時期と農作業の内容を選択する。

【0019】農作業決定支援システムを構成するパーソナルコンピュータ6は、インターネットに代表されるネットワーク7と接続される。ネットワーク7は、外部の情報ベース等を含み、パーソナルコンピュータ6からのアクセスに対応して要求する適切な情報を提供する。こ

のパーソナルコンピュータ 6 は、必要な情報処理が可能であればよく、ワークステーション、シーケンサ、または農作業決定支援専用の情報処理機器などでもよい。

【0020】パーソナルコンピュータ 6 は、ネットワーク 7 にアクセスし、農作業の支援に必要な気象、周辺農地の病虫害発生状況などの情報を得る。農地 1 の作物 2 の画像を取り込む作物センサ 8、農地 1 の気象を検出する気象センサ 9、および農地 1 の土壌の状態を検出する土壌センサ 10 が、パーソナルコンピュータ 6 に接続される。作物センサ 8 より取り込まれた農地 1 の作物 2 の画像は、パーソナルコンピュータ 6 に取り込まれ、所定の処理がなされ、現在の作物 2 の長さを示す現在作物長、作物 2 の色から病気の発生状況などを示す情報となる。作物センサ 8 は、具体的には、CCD 画像センサ、ビデオカメラなどを利用でき、所定の画像の解像度等が得られるセンサであればよい。

【0021】気象センサ 9 は、農地 1 の気温、湿度、水温、日射量、降水量、風速、風向などの気象情報をパーソナルコンピュータ 6 に供給する。気象センサ 9 は、気温センサ、湿度センサなどの複数のセンサの集合からなり、気象観測の観測点のセンサと同等の機能があればよい。具体的には、気温センサは抵抗温度計、熱伝対、日射量センサはフォトセンサなどを用いればよい。土壌センサ 10 は、農地 1 の地温、含水率、有機物含有量、窒素、燐酸、カリウムなどの含有量など、土壌の状態の情報をパーソナルコンピュータ 6 に供給する。具体的には、土壌センサ 10 は、赤外分光光度計、発光分析器、核磁気共鳴吸収装置などを用いることができる。

【0022】図 2 は、パーソナルコンピュータ 6 のハードウェア構成図である。CPU (central processing unit) 21 は、各種アプリケーションプログラムや、基本的な OS (operating system) を実際に実行する。ROM (read-only memory) 22 は、一般的には、CPU 21 が使用するプログラムや演算用のパラメータのうちの基本的に固定の情報を格納する。RAM (random-access memory) 23 は、CPU 21 の実行において使用するプログラムや、その実行において適宜変化するパラメータを格納する。これらはバス 32 により相互に接続されている。

【0023】キーボード 25 は、テキストを入力したり、CPU 21 に各種の指令を入力するとき、農作業従事者 3 により操作される。マウス 26 は、CRT (cathode ray tube) ディスプレイ 27 の画面上のポイントの指示や選択を行うとき、農作業従事者 3 により操作される。CRT ディスプレイ 27 は、各種情報をテキストやイメージで表示する。HDD (hard disk drive) 28 と FDD (floppy disk drive) 29 は、それぞれハードディスクまたはフロッピーディスクを駆動し、それらによって実行するプログラムや情報を記録または再生させる。通信ボード 30 は、ISDN (inte-

grated service digital network) を含む公衆回線、又は LAN (local area network) 等の通信回線と接続させるための装置であり、具体的にはモデムや各種 LAN ボード等で構成される。センサ接続ボード 31 は、作物センサ 8、気象センサ 9、土壌センサ 10 からの情報をパーソナルコンピュータ 6 に取り込むための装置である。これらのキーボード 25 乃至センサ接続ボード 31 は、インターフェース 24 に接続されており、インターフェース 24 はバス 32 を介して CPU 21 に接続されている。

【0024】図 3 に、CPU 21 がプログラムを実行することによって実現される農作業決定支援システムの機能ブロック図を示す。成長モデル 41 は、農地単位に、作物の成長を予測する。稲を例に説明すれば、莖数、出穂期、成熟期、稈長、穂長、穂数などを予測する。また、成長モデル 41 は、農地毎に、予測開始から現時点までの、作物成長の実績情報も記憶する。病害モデル 42 は、農地単位で病気、病虫害、および雑草の発生確率を算出する。また、一旦発生した病気、病虫害、および雑草の拡散予測を行い、その予測される被害を算出する。ここで言う被害とは、病気、病虫害、および雑草により出荷できない作物の割合を言う。更に、病害モデル 42 は、農地毎の過去の病理病害と雑草の発生実績を記録する。

【0025】気象モデル 43 は、農地単位の気象を予測する。気象モデル 43 は、農地周辺に限定した地域のローカル気象情報と、より広域な広域気象情報を通信部 51 を介して、外部から入力し、農地 1 の日単位の気温、日照時間、降水量などの気象予測と月単位の気象予測を出力する。作業履歴記憶部 44 は、農地毎に農作業の作業実績の履歴を記憶する。例えば、防除であれば、実行日付と防除に用いた農薬の種類、量、散布方法などを記憶する。表示部 45 は、農作業従事者 3 に提供する情報の表示形式を定め、CRT ディスプレイ 27 に表示させる。基本的には、表示部 45 は、緊急性の高い情報、重要性の高い情報を優先して表示する。表示形式を、農作業従事者 3 が設定できるようにしてもよい。

【0026】作業知識ベース 46 は、農作業の決定に必要な農作業の方法に関する情報を記憶し、要求に応じて提供する情報ベースである。これはまた、ネットワーク 7、記録媒体などから必要な情報を読み込み内容を更新する機能を有する。更に、作業知識ベース 46 は、農作業の決定に必要な作物の品種に関する情報を有する。これは、作物名、品種名、発芽率、播種量、成長関数、開花・結実関数・病虫害耐性などからなる品種特性情報、施肥応答性、気温や日射などに対する振る舞いを示す環境応答性、栽培作業の注意点を示す栽培作業性、収穫方法などからなる栽培特性、成熟、老化、密度、体積、形状などからなる貯蔵運搬特性などを含む。また、肥料に関する情報は、コスト、効果、成分、使用方法などから

なる。農業に関する情報は、コスト、効果、成分、使用方法などからなる。

【0027】農地マップ47は、農地毎に作物の成長を左右する土壌の物理的な特性を示す情報と気候や周辺環境などで決定される農地毎の総合的な特徴を示す作物経歴とを記憶する情報ベースである。提案適用作業算出部48は、農作業の作業計画を算出するものである。計画管理部49は、農地毎の基本栽培日程計画、施肥日程計画、農薬散布日程計画を記憶する。基本的には、この基本栽培計画を基準として、作物2の状態、気象予測などを考慮して、農作業案が算出される。検出部50は、作物センサ8、気象センサ9、土壌センサ10を管理し、これらのセンサからの検出情報を取り込み、必要な処理をして、成長モデル41、気象モデル43などに提供する。通信部51は、ネットワーク7と通信し、外部の情報ベースから、気象情報、周辺農地の病虫害発生状況の情報などを取得する。

【0028】図4は、成長モデル41の入力と出力を示すブロック図である。検出部50より、作物現状器官成長量、および作物現状器官形態が入力される。作物現状器官成長量は、作物が稲であれば、葉の長さ、穂の長さ、あるいは初の大きさなどを示す。作物現状器官形態は、育成ステージを決定する幼穂の発生、開花などの作物の器官の形態を示す。気象モデル43より、気象変化予測の時系列情報が入力され、農地マップ47より、作物栄養の情報が入力され、これらの入力から、成長モデル41は、作物器官成長量を予測する時系列情報と作物器官形態を予測する時系列情報を出力する。

【0029】具体的な算出方法の一例としては、作物毎の各成長期における成長支配要因から、成長量を算出する複合システム関数を用いる方法がある。成長量 $y$ の支配要因が不明な作物に関しては、ファジィまたは遺伝的アルゴリズム等を使用して、複合システム関数のパラメータを同定すればよい。あるいは、水稻であればORYZAModelまたは堀江モデルなどを使用して成長量を算出してもよい。日レベルの成長予測精度が得られれば、成長モデル41は、これらのモデルのように、日射量と積算気温のみから成長量を算出してもよく、また、必要に応じて作業履歴の情報等を利用して、更に精度を上げたモデルを利用してもよい。

【0030】図5は、気象モデル43の入力と出力を示すブロック図である。気象モデル43は、通信部51を介して、農地周辺の過去の気温、湿度、水温、地温、日射量、日照時間、降水強度、風速・風向等の気象情報であるローカル気象過去情報と、広域気象過去情報、および広域気象現状情報を得る。また、気象モデル43は、検出部50より、農地のローカル気象現状情報を得る。気象モデル43は、通信部51を介して得られた広域気象現状情報を基に、過去から現在に至る気象変化と、ローカル気象過去情報とローカル気象現状情報が示す所定

の地域の特性を反映して、所定の地域の日単位の気象変化を予測する短期気象変化予測と月単位の気象変化を予測する長期気象変化予測を出力する。

【0031】図6は、農地マップ47の構成を示す図である。農地マップ47は、気候やより広範な生産環境などに支配され、農地の総合的な特性を示す、過去の作物履歴と、その収穫量の実績を示す情報を記憶する。図には示さぬが、過去の作物履歴とその収穫量の実績は、過去の所定の年数について、必要に応じて、1年単位、または四季単位で、記憶される。また、農地の位置を特定するための、例えば、緯度、経度、標高を示す情報が記憶される。

【0032】農地マップ47は、農地の土壌特性を示す物理的な情報を記憶する。土壌分布に記憶された情報は、農地の存在する土地の土壌を、土の組成分類を示す3角座標での分類で表現する。図7に土の組成分類を示す3角座標を示す。3角座標上の位置により、土壌の基本的な性質は、一意に表現される。農地マップ47は、土壌の短期的な変動特性を示す、pH分布、窒素、燐酸、カリウム分布などの情報を記憶する。これらは、数年間で大幅に変動し、人為的に短期に変更が可能であるため、詳細な分布の情報が必要である。農地単位での気象に注目すると、周辺の地形や建物、農地の作物などの影響から、特定の農地の気象と広域の平均的な気象とは異なる。そこで、農地マップ47は、広域の気象情報とその農地の差異を示す、日照、気温などの気象要素情報を記憶する。

【0033】より具体的には、農地マップ47は、リレーショナル情報ベースやオブジェクト指向情報ベース等の上に、実現される。

【0034】図8は、病害モデル42の入力と出力を示すブロック図である。病害モデル42は、検出部50を介して、作物の現状育成ステージと作物の現状育成状況を示す情報を検出し、気象モデル43より、農場の気象変化予測を得る。ここで、育成ステージとは、稲を例にすれば、育苗期、出穂期、成熟期などの作物成長段階をいう。現状育成状況は、作物の繁茂、活性、栄養状況を行い、具体的には、作物の各機関の成長変化量や色などから判断される。これらを基に、病害モデル42は、病害種類、病害発生時期、病害発生場所、およびその規模の予測を出力する。これらの出力が、作物の成長段階、および農場の気象予測の過去の履歴に支配されるため、病害モデル42の算出式は、これらの変数の積分形を有する。また、病害の発生規模の算出式は、拡散方程式などによって記述される。

【0035】被害予測は、病理病害の発生規模に被害係数を乗ずることによって算出する。被害係数は、病理病害の発生規模に対する収穫量への影響の度合いを示す。被害係数は、病理病害の発生した時刻からの経過時間と農場気象予測の関数として算出するか、検出部で得られ



る情報により算出してもよい。

【0036】図9は、稲に関する作業の内容を一例として、作業知識ベース46の構成を示す図である。各作業に共通する項目は、作業発生時期、作業内容、必要機器、必要機材、必要労力、作業注意点、備考からなる。作業を分類する項目は、水田、畑、果樹園、施設の分類を有する農地準備作業、種子、苗、資材準備の分類を有する準備作業、播種作業、水管理、肥培管理、病虫害防除、質管理の分類を有する栽培管理作業、調整、加工、選別、包装、出荷の分類を有するポストハーベスト等からなる。農地準備作業の水田の項目に記憶された内容から、移植1月前に水田をトラクタを用いて、深さ30cmで耕起すべきことがわかる。その際の労力は、10a当たり1人が1日で作業できると記憶されている。栽培管理作業の肥培管理の項目に記憶された内容から、出穂3日前に窒素を追加すべきことがわかる。その際の労力は、30a当たり2人が1日で作業できると記憶されている。

【0037】このように作業知識ベース46は、農作業に関する作業の発生時期、作業内容、その作業に必要な機材、機器、労力などを記憶し、所定の作物と時期、作物の成長をもとに検索することにより、農作業に関する必要な情報が得られる。また、図9には記さぬが作業知識ベース46は、発芽率、病虫害耐性等の内容を有する作物品種特性情報、コスト、効果、成分等の内容を有する肥料情報、コスト、効果、使用方法、成分等の内容を有する農薬情報等の情報を記憶する。

【0038】図10は、作物、品種、農場の決定から作物栽培の全農作業終了までの、農作業決定支援システムの動作を表すフローチャートである。ステップS11において、農作業従事者3は、作物、品種と作付けする所定の農場1を決定する。ステップS12において、農作業決定支援システムは、ステップS11において決定された作物、品種と作付けする農場の情報から、基本栽培日程を作成する。

【0039】ステップS13において、ステップS12にて作成された基本栽培日程を基準として、農作業決定支援が開始される。ここでは、農作業決定支援システムは、作物成長モデル等の必要な初期設定を実行する。ステップS14において、農作業決定支援システムは、農作業が必要な時期に、農作業案の表示を行う。ここで表示される農作業案は、単数とは限らない。ステップS15において、農作業従事者3は、ステップS14で示された農作業案を選択、決定し、農場1、作物2に対して農作業を実行する。ステップS16において、農作業従事者3は、ステップS15において実行した農作業の実績を農作業決定支援システムに入力する。ステップS17において、農作業支援システムは、全農作業が終了したか否かを判定し、全農作業が終了していないと判定された場合、ステップS14に戻り、処理を継続する。ス

テップS17において、全農作業が終了したと判定された場合、農作業決定支援システムは動作を終了する。

【0040】このように、農作業決定支援システムは、作物の作付け開始から終了まで、農作業従事者3の意思決定に必要な情報を提供する。基本栽培日程や農作業案の表示では、関連する情報を統合して、農場単位で補正後表示する為、農作業従事者3は、農作業の経験がなくとも、適切な農作業選択の判断が可能となる。また、経験豊富な農作業従事者3であっても、判断すべき項目の見落としが防止でき、安定した作物収穫量が得られる。

【0041】次に、農作業決定支援システムにより、農作業従事者3が、所定の農場1に対する施肥作業と農薬散布作業を決定する動作の流れについて説明する。図11は、農作業決定支援システムが、施肥作業案の表示と農薬散布作業案の表示を行う動作を説明するフローチャートである。ステップS21において、農作業従事者3は、計画管理部49に、最低収量、農薬散布量限界、施肥量限界を入力する。最低収量、農薬散布量限界、施肥量限界は、作物の市場価格、農薬のコスト、肥料のコストに加え、農場の環境維持の観点などから、農作業従事者3により決定される。ステップS22において、計画管理部49は、作業知識ベース46を検索し、作付け作物とその品種により決まる施肥作業と農薬散布に関する基本的な日程と施肥量、および散布量の情報を得る。ステップS23において、計画管理部49は、検出部50、および通信部51を介して、農場1の状態と気象に関する情報、病虫害の発生に関する情報を得る。

【0042】ステップS24において、計画管理部49は、提案適用作業算出部48に、施肥作業計画を算出させ、その結果を得る。このときの提案適用作業算出部48の施肥作業計画の算出動作の内容は後述する。計画管理部49は、施肥作業計画算出の結果、肥料の種類、施肥の日程、施肥量等を得る。ステップS25において、計画管理部49は、表示部45を介して、CRTディスプレイ27に、肥料の種類、施肥の日程、施肥量等の施肥作業計画算出の結果を表示する。図12は、CRTディスプレイ27に、その施肥作業計画算出の結果を表示した例を示す図である。所定の農場1（図12においては、1号田）に対する現時点（図12においては、6月13日）までの施肥の実績と今後の施肥の肥料の種類、日程、施肥量の計画が示される。

【0043】ステップS26において、収量予測がステップS21にて設定した最低収量未満であるかが判定され、収量予測が最低収量以上である場合、手続は、ステップS27に進む。

【0044】ステップS27において、計画管理部49は、提案適用作業算出部48に、農薬散布作業計画を算出させ、その結果を得る。このときの提案適用作業算出部48の農薬散布作業計画の算出動作の内容は後述する。計画管理部49は、農薬散布作業計画算出の結果、

農薬の種類、散布の日程、散布量等を得る。ステップS28において、計画管理部49は、表示部45を介して、CRTディスプレイ27に、農薬の種類、散布の日程、散布量等の農薬散布作業計画算出の結果を表示する。図13は、CRTディスプレイ27に、その農薬散布作業計画算出の結果を表示した例を示す図である。所定の農場1（図12においては、5号田）に対する現時点（図12においては、6月13日）までの農薬散布の実績と今後の農薬散布の農薬の種類、日程、散布量の計画が示される。

【0045】ステップS29において、収量予測がステップS21にて設定した最低収量未満であるかが判定され、収量予測が最低収量以上である場合、手続は、ステップS30に進む。

【0046】ステップS30において、農作業従事者3は、CRTディスプレイ27に表示された施肥と農薬散布作業の案から実行案を選択し、所定の農場1に対して作業を実施する。ステップS31において、農作業従事者3は、所定の農場1に対する作業実績を作業履歴記憶部44に入力する。計画管理部49は、作業履歴記憶部44に入力された作業内容の情報から、関連する施肥作業計画と農薬散布作業計画を修正する。ステップS32において、全ての農作業が終了したかが判定され、終了していない判定された場合、ステップS23に戻り処理を継続する。

【0047】一方、ステップS26において、収量予測が設定された最低収量未満であると判定された場合、手続はステップS33に進む。ステップS33において、農作業従事者3は、所定の農場1の作物2を放棄するか、または作物2の栽培を継続するかを入力する。ステップS34において、所定の農場1の作物2の栽培が継続されるか否かが判定され、作物2の栽培が継続されると判定された場合には、手続はステップS35に進む。ステップS35において、農作業従事者3は、最低収量、または施肥量限界を再入力する。手続は、ステップS24に進み、処理が継続される。

【0048】一方、ステップS29において、収量予測が設定された最低収量未満であると判定された場合、手続はステップS36に進む。ステップS36において、農作業従事者3は、所定の農場1の作物2を放棄するか、または作物2の栽培を継続するかを入力する。ステップS37において、所定の農場1の作物2の栽培が継続されるか否かが判定され、作物2の栽培が継続されると判定された場合には、手続はステップS38に進む。ステップS38において、農作業従事者3は、最低収量、または農薬散布量限界を再入力する。手続は、ステップS27に進み、処理が継続される。

【0049】ステップS32において、全ての農作業が終了したと判定された場合、ならびにステップS34またはステップS37において、所定の農場1の作物2が

放棄されたと判定された場合、手続は終了する。

【0050】以上のように、農作業決定支援システムは、設定された農薬散布量限界と施肥量限界の範囲の中で、施肥の計画と農薬散布の計画を提示する。

【0051】図14は、施肥作業計画の処理を説明するフローチャートである。ステップS51において、提案適用作業算出部48は、所定の農地1に対する作業履歴記憶部44から過去の施肥量を検索し、その結果と施肥量限界から、施肥可能量を算出する。ステップS52において、提案適用作業算出部48は、気象モデル43から、短期の気象予測と収穫までの長期の気象予測を得る。ステップS53において、提案適用作業算出部48は、成長モデル41から、収穫までの作物2の成長推移予測と収穫量の予測を得る。ステップS54において、提案適用作業算出部48は、施肥量とその施肥日程の計画が既に作成されていれば計画管理部49から読み出し、まだ計画が作成されていなければ作業知識ベース46の作物品種に関する栽培日程情報を基に、その計画を作成する。

【0052】ステップS55において、提案適用作業算出部48は、気象モデル43から得られた長期の気象予測と農地マップ47が有する農地2の気象要素の情報から施肥量と日程の計画を修正する。この際、提案適用作業算出部48は、収穫量が大きくなるように、かつ施肥量が少なくなるように修正を実行する。例えば、作物2が稲の場合、その品種が日本晴やツクシホマレなどのときは、幼穂長が1乃至2mmの時に窒素成分を主とした追肥2.5乃至3.5kg/10a程度を施す。しかし、その時期に、低温、低日照時間が予測され、窒素成分が過剰となると、いもち病が発生しやすくなる。また、品種がコシヒカリである場合では、追肥をする時期は幼穂長が3から10mmの時で、かつ、必要とされる窒素成分量は、日本晴やツクシホマレ等に比較し、少ない。なお、窒素成分の吸収量は、積算気温や日照時間、日照量により変化する。提案適用作業算出部48は、このような情報を基に施肥の計画を修正する。

【0053】ステップS56において、提案適用作業算出部48は、成長モデル41にシミュレーションを実行させ、収穫量の予測を得る。ステップS57において、提案適用作業算出部48は、病害モデル42にシミュレーションを実行させ、病害による収穫量の変化の予測を得る。ステップS58において、ステップS57で得られた収穫量の予測と、前回の算出で得られた収穫量の予測の差分を算出し、予め設定された閾値と比較して、収穫量の予測が変化したか否かを判定する。ステップS58において、収穫量の予測が変化したと判定された場合、手続はステップS55に進み、処理を繰り返す。ステップS58において、収穫量が変化していないと判定された場合、手続はステップS59に進む。ステップS59において、施肥量と日程の計画を決定し、提案適用



作業算出部48は、算出した計画の情報を決定して計画管理部49に送信し、手続を終了する。

【0054】以上のように、提案適用作業算出部48は、気象予測や農地の状態を反映して現時点で、最大の収穫が得られる施肥の計画を算出する。

【0055】図15は、農薬散布作業計画の処理を説明するフローチャートである。ステップS71において、提案適用作業算出部48は、作業履歴記憶部44から所定の農地1に対する過去の農薬散布量を検索し、その結果と農薬散布量限界から、農薬散布可能量を算出する。ステップS72において、提案適用作業算出部48は、気象モデル43から、短期の気象予測と収穫までの長期の気象予測を得る。ステップS73において、提案適用作業算出部48は、成長モデル41から、収穫までの作物2の成長推移予測と収穫量の予測を得る。ステップS74において、提案適用作業算出部48は、農薬散布量とその散布日程の計画が既に作成されていれば計画管理部49から読み出し、まだ計画が作成されていなければ作業知識ベース46の作物品種に関する栽培日程情報を基に、その計画を作成する。

【0056】ステップS75において、提案適用作業算出部48は、気象モデル43から得られた長期の気象予測と病害モデル42が有する病害発生予測の情報から農薬の種類、農薬散布量、および日程の計画を修正する。この際、提案適用作業算出部48は、収穫量が大きくなるように、かつ農薬散布量が少なくなるように計画修正を実行する。例えば、夏季の低温、寡照多雨にはいもち病が、高温多湿の条件では紋枯れ病が発生しやすいので、例えばいもち病にはフジワン粒剤（商標）を、紋枯れ病にはバリダシン剤（商標）をこれらの病気を予防するために用いる。また、農薬の効果の速効性や持続性、あるいは作物に対する影響などの特性は、農薬毎に異なる。これらの要因を考慮して、提案適用作業算出部48は、農薬散布の計画を算出する。

【0057】ステップS76において、提案適用作業算出部48は、成長モデル41にシミュレーションを実行させ、収穫量の予測を得る。ステップS77において、提案適用作業算出部48は、病害モデル42にシミュレーションを実行させ、病害による収穫量の変化の予測を得る。ステップS78において、ステップS77で得られた収穫量の予測と、前回の算出で得られた収穫量の予測の差分を算出し、予め設定された閾値と比較して、収穫量の予測が変化したか否かを判定する。ステップS78において、収穫量の予測が変化すると判定された場合、手続はステップS75に進み、処理を繰り返す。ステップS78において、収穫量が変化していないと判定された場合、手続はステップS79に進む。ステップS79において、施肥量と日程の計画を決定し、提案適用作業算出部48は、算出した計画の情報を決定して計画管理部49に送信し、手続を終了する。

【0058】以上のように、提案適用作業算出部48は、気象予測や農地の状態を反映して現時点で、最大の収穫が得られる農薬散布の計画を算出する。

【0059】このように、農作業決定支援システムは、農作業従事者に、収穫が最大になる現時点で、最良の農薬の散布と施肥の計画を提示する。

【0060】なお、本明細書において、システムとは、複数の装置により構成される装置全体を表すものとする。

10 【0061】なお、上記したような処理を行うコンピュータプログラムをユーザに提供する記録媒体としては、磁気ディスク、CD-ROM、固体メモリなどの記録媒体の他、ネットワーク、衛星などの通信媒体を利用することができる。

【0062】

20 【発明の効果】以上のように、請求項1および5に記載の農作業決定支援装置、請求項3および6に記載の農作業決定支援方法、ならびに請求項4および8に記載の記録媒体によれば、適切な農作業計画案を農作業従事者に提示するので、農作業従事者はその提示された農作業計画案にそって農作業を実行すれば、容易、かつ確実に収穫し得る最大の作物の収穫を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の農作業決定支援システムの一実施の形態を示す図である。

【図2】パーソナルコンピュータのハードウェア構成図である。

【図3】パーソナルコンピュータの機能ブロック図である。

30 【図4】成長モデル41の入力と出力を示すブロック図である。

【図5】気象モデル43の入力と出力を示すブロック図である。

【図6】農場マップの構成を示す図である。

【図7】土の組成分類を示す3角座標を示す図である。

【図8】病害モデル42の入力と出力を示すブロック図である。

【図9】作業知識ベース46の構成を示す図である。

40 【図10】農作業決定支援システムの動作を表すフローチャートである。

【図11】施肥の計画と農薬散布の計画を表示する際の動作を表すフローチャートである。

【図12】CRTディスプレイ27に表示された施肥計画の例を示す図である。

【図13】CRTディスプレイ27に表示された農薬散布計画の例を示す図である。

【図14】施肥の計画を作成する際の動作を表すフローチャートである。

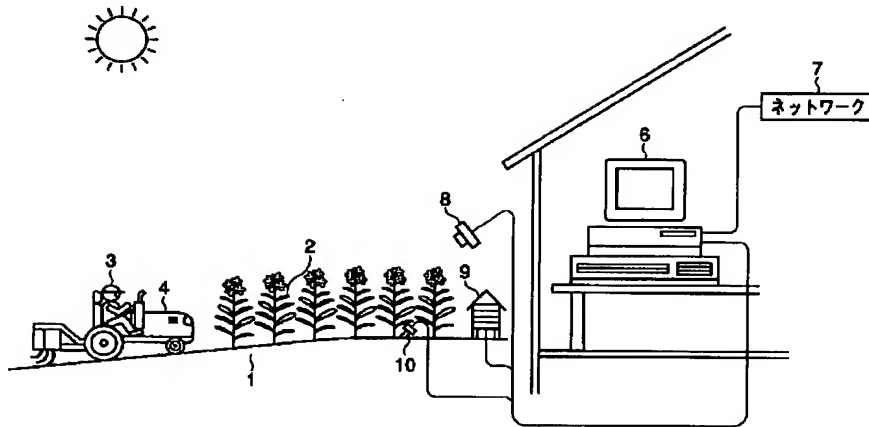
50 【図15】施肥の計画を作成する際の動作を表すフローチャートである。

## 【符号の説明】

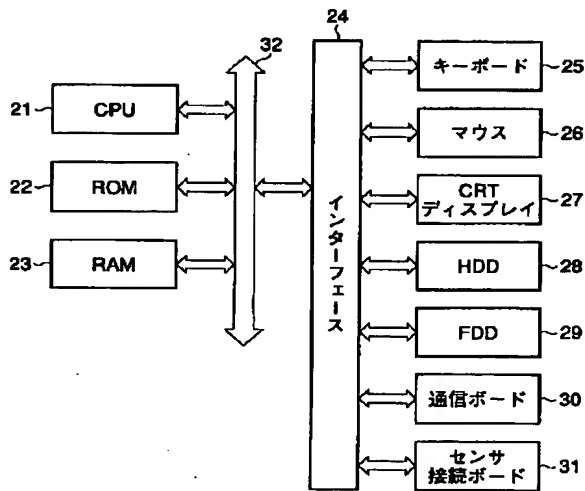
41 成長モデル  
42 病害モデル  
43 気象モデル

44 作業履歴記憶部  
47 農場マップ  
48 提案適用作業算出部

【図1】

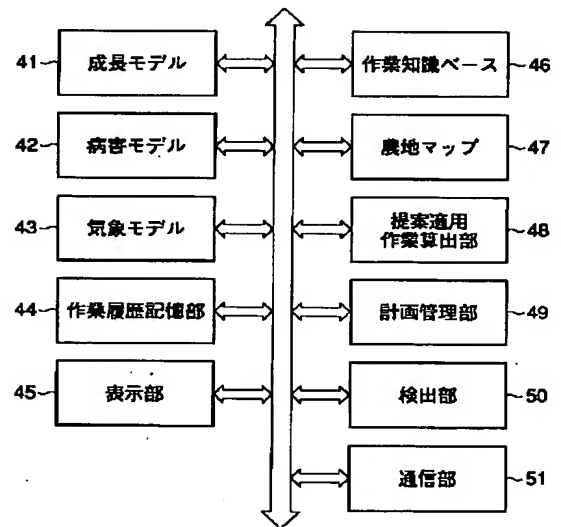


【図2】

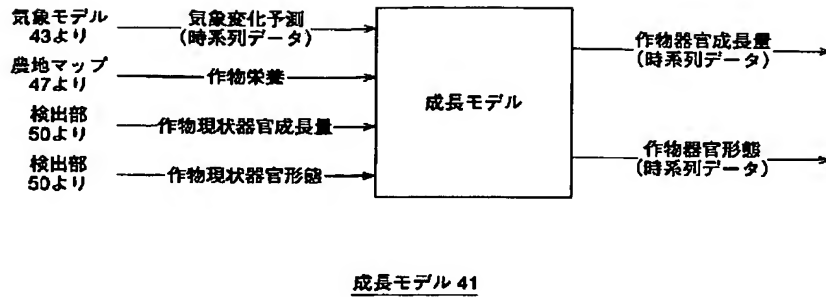


パーソナル・コンピュータ 6

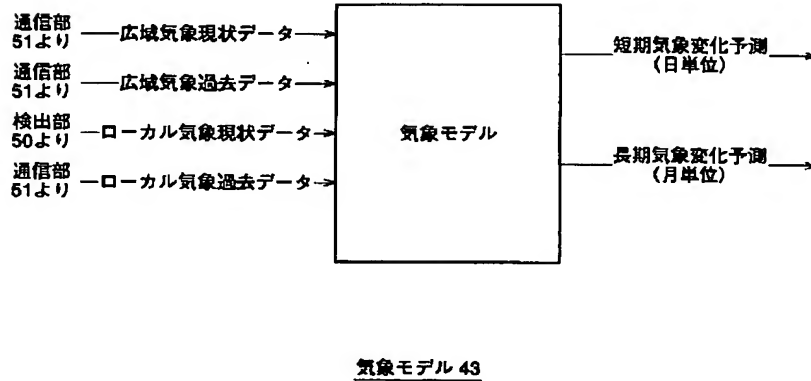
【図3】



【図 4】



【図 5】

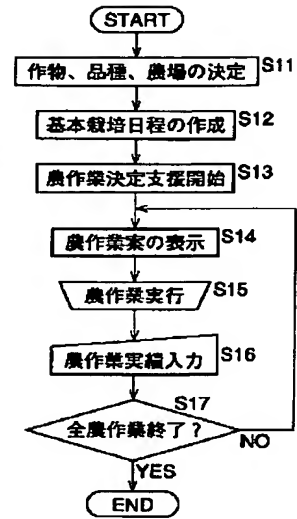


【図 6】

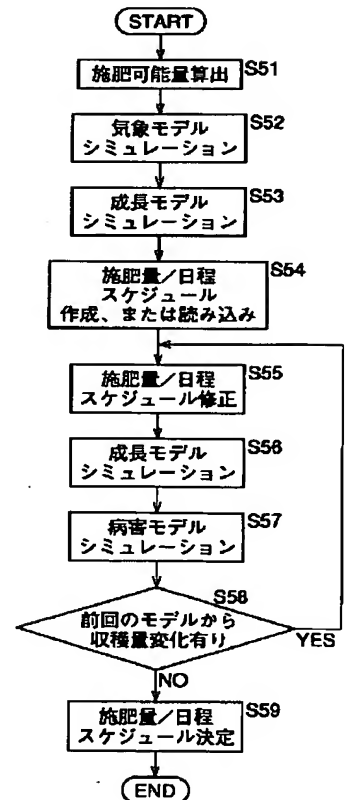
	位置			土壌分布	作物栄養分布			pH分布	作付履歴		気象要素			
	経度	緯度	標高 m		窒素 kg/a	リン酸 kg/a	カリ kg/a		作物	収穫 kg/a	日照 %	気温 度	雨量 %	風 m
農地1	0	30	0	粘土	10	5	1	6.5	米	100	100	0.5	110	1
農地2	5	31	100	ローム	20	8	2	4.3	麦	80	95	-1	98	-1
農地3	7	32	1000	シルト	30	10	4	7.5	大豆	120	60	1.5	105	1
農地n	8	40	2000	砂土	100	20	8	7.2	たばこ	10	90	-0.5	110	0.5

農地マップ 47

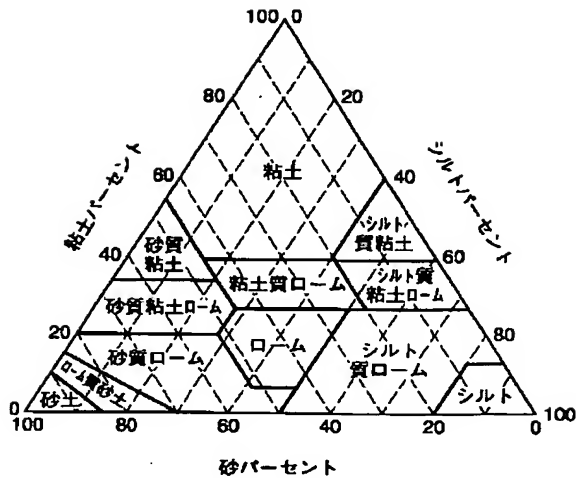
【図 10】



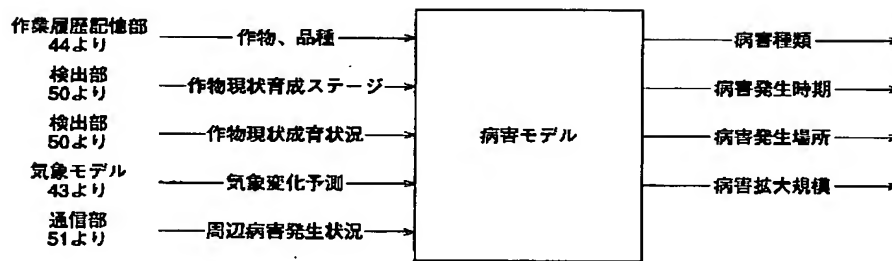
【図 14】



【図7】

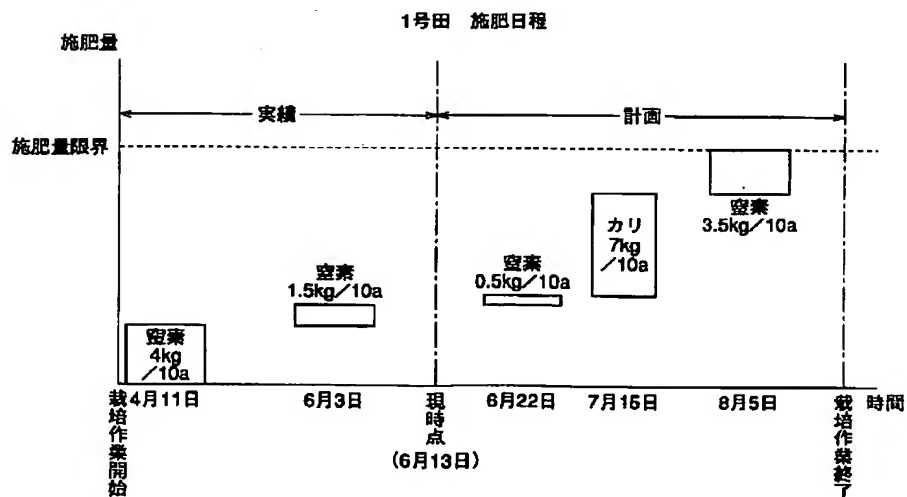


【図8】

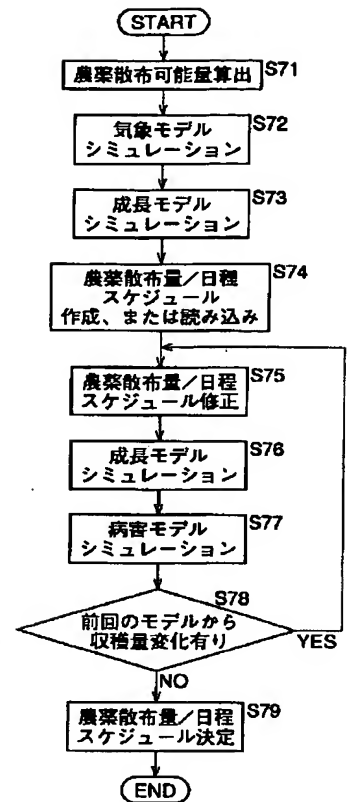


病害モデル 42

【図12】



【図15】



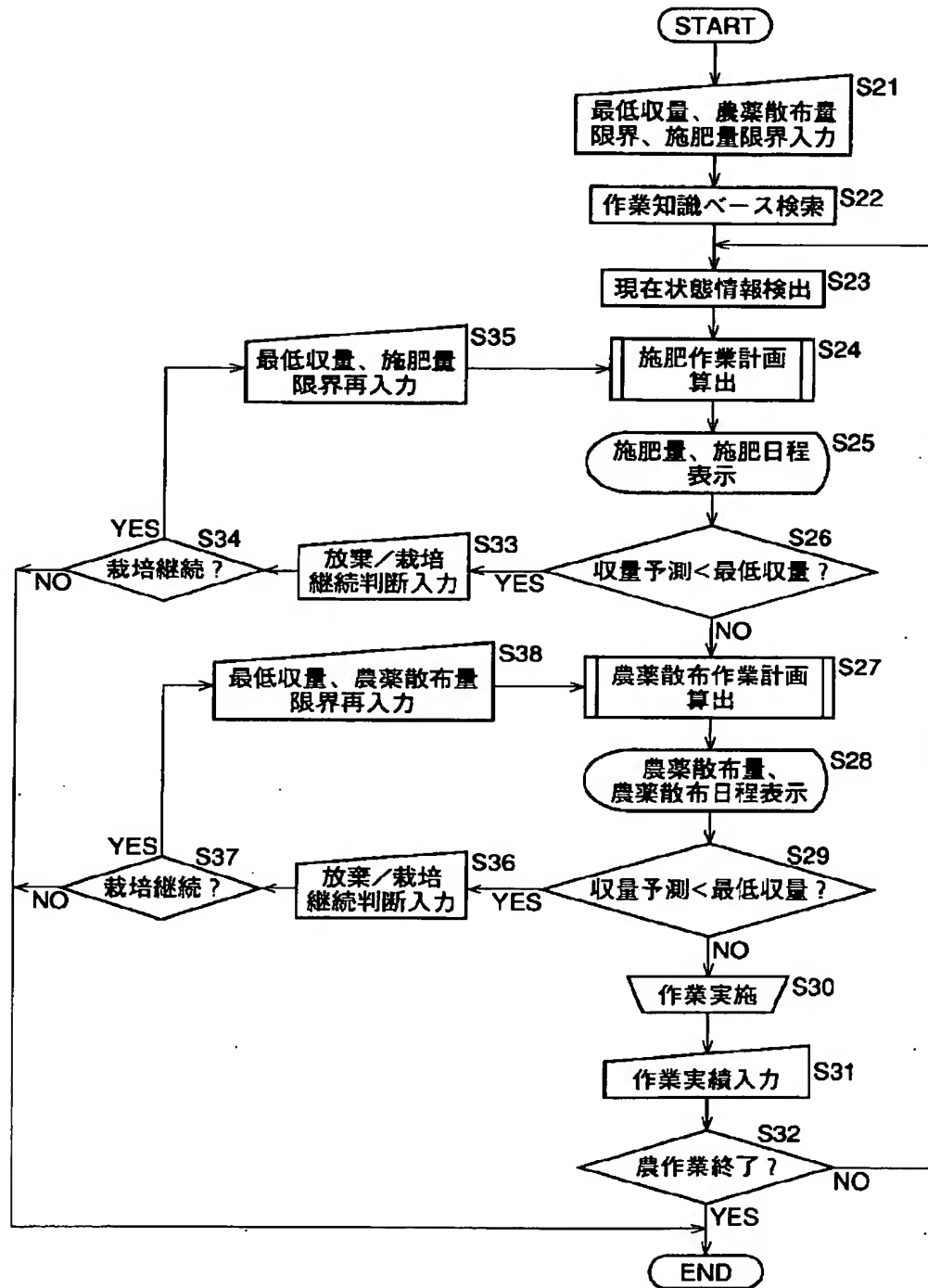
【図 9】

圃場準備作業				準備作業		移植作業	
畑	果樹園	施設	種子	苗	資材準備	作業	
水田	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	
作業発生時期	移植1月前	移植1月前	移植1月前	移植1月前	移植1月前	移植1月前	
作業内容	耕起30cm	耕起30cm	耕起30cm	耕起30cm	耕起30cm	耕起30cm	
必要機材	トラクタ	トラクタ	トラクタ	トラクタ	トラクタ	トラクタ	
必要機器							
必要労力	1人/10a/日	1人/10a/日	1人/10a/日	1人/10a/日	1人/10a/日	1人/10a/日	
作業注意点							
備考							

栽培管理作業										ポストハーベスト作業			
水管理	肥培管理	病虫害防除	品質管理	調整	加工	選別	包装	出荷	備考				
有効茎30本	出穂前3日	株数40から45	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・				
3cm	窒素追加	いもち防除	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・				
		ヘリコプタ	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・				
		噴霧器	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・				
	2人/30a/日	3人/30a/日	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・				
農地全体		中毒注意	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・				
1回/日確認			・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・				

作業知識ベース 46

【図 11】





【図13】

